Modelo Celular Procariótico



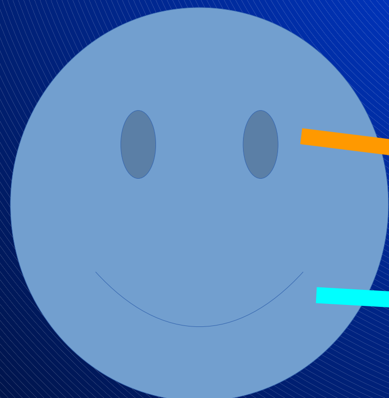
M. en C. Rafael Govea Villaseñor
por el CINVESTAV-IPN
Biólogo por la UAM-Izt

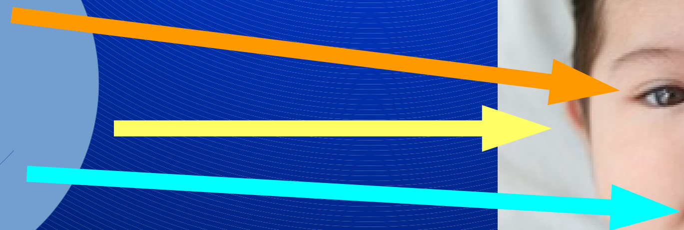
Versión 2.4 2018-03-7 a 2022-04-24

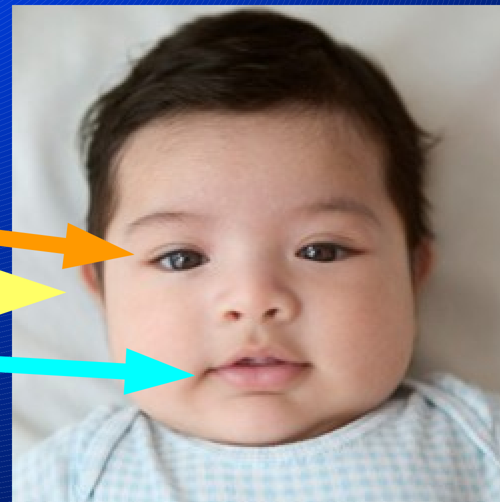
Primero, una puntualización

Conocimiento previo ¿Qué es un Modelo?

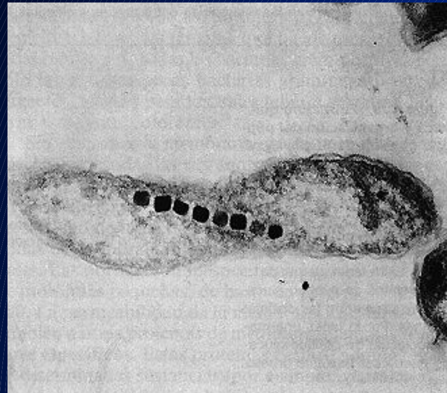
- Es un objeto que representa a otro más complejo.
- Todo modelo guarda una relación analógica 1 a 1 con el objeto o proceso a quien sustituye.
- Los modelos permiten estudiar a objetos o procesos por alguna razón inaccesibles de forma práctica, barata y a menudo exitosa.







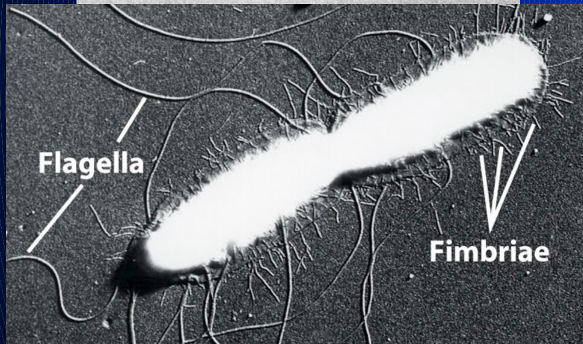
¿Una microfotografía es un modelo?



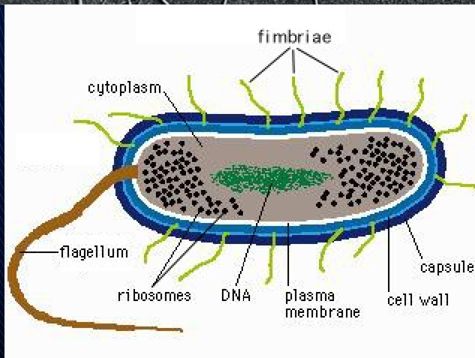


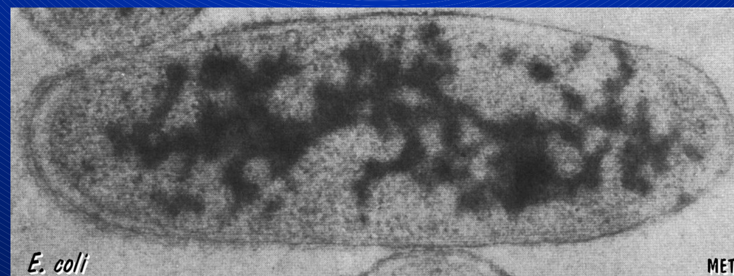
Si, pues aunque ninguna técnica de preparación y de captura permite observar todos los aspectos de una célula real, si corresponde a partes de ella.

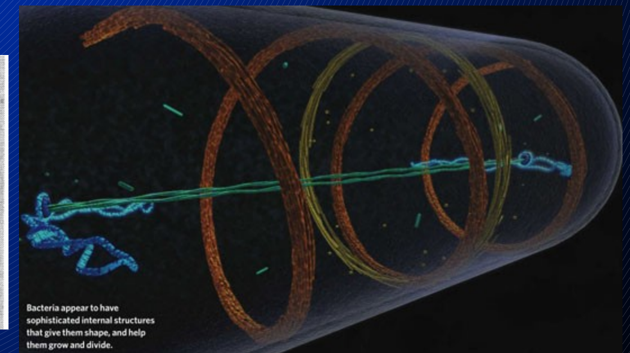
Los dibujos permiten hacer visibles todas las partes haciendo abstracción de las escalas de tamaño, de la visibilidad con cada técnica y de las diferencias entre los millones de células existentes







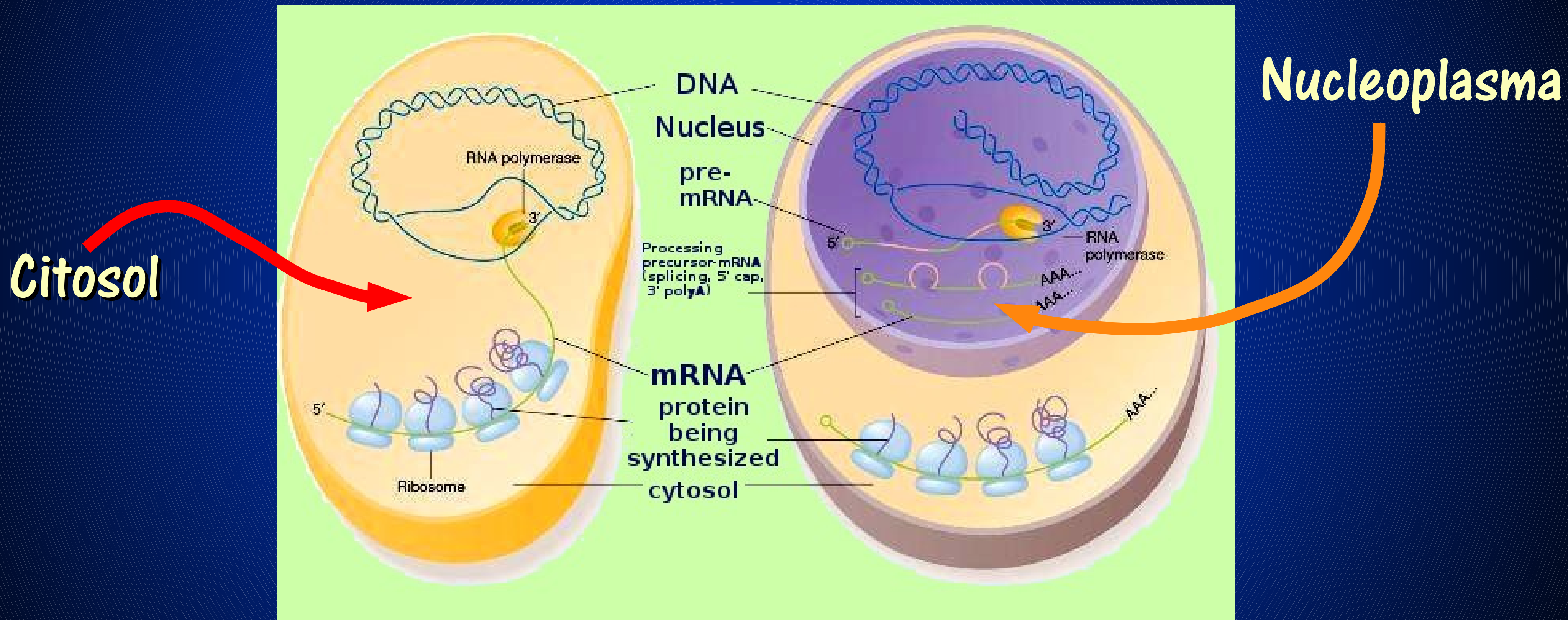




M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cuántos modelos celulares existen?

Dos: El procariótico y Eucariótico

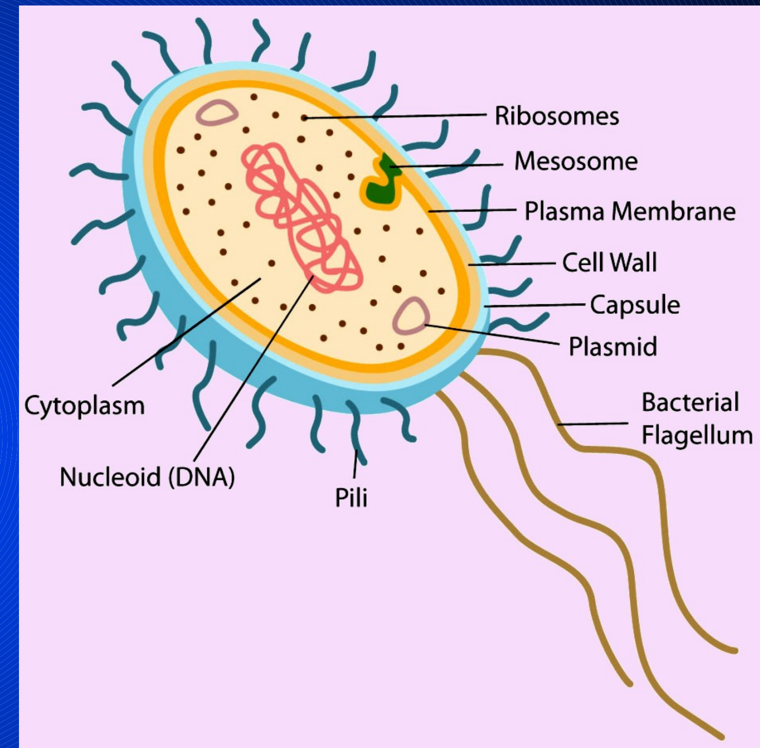


La diferencia básica es dónde yace el ADN y por tanto cómo se usa la información genética

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Qué es una Célula Procariótica?

Una célula procariótica (*pro*- = antes, *cario*- = núcleo y *oti*- = ser) es la célula cuyo linaje surgió antes que el organelo llamado núcleo y por lo tanto carece de él.



Las células procariónticas se distinguen por muchas características, la principal es que poseen **nucleoide** (*nucl*- = núcleo y -*oide* = parecido a) De ahí, su información genética yace directamente en el citosol (llamado también citoplasma).

M en C Rafael Govea Villaseñor

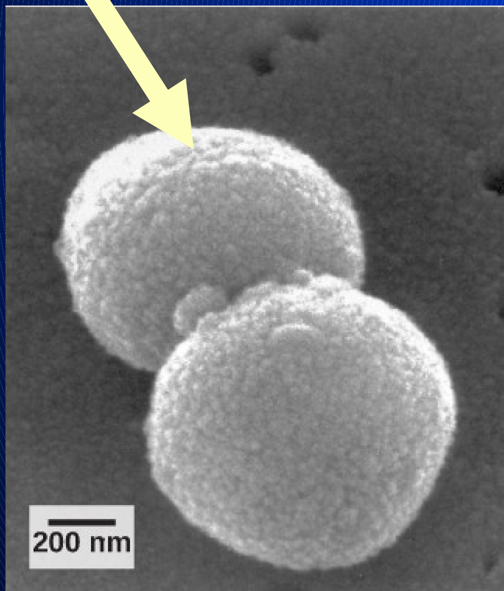
¿Cuál es la forma de las Células Procarióticas?

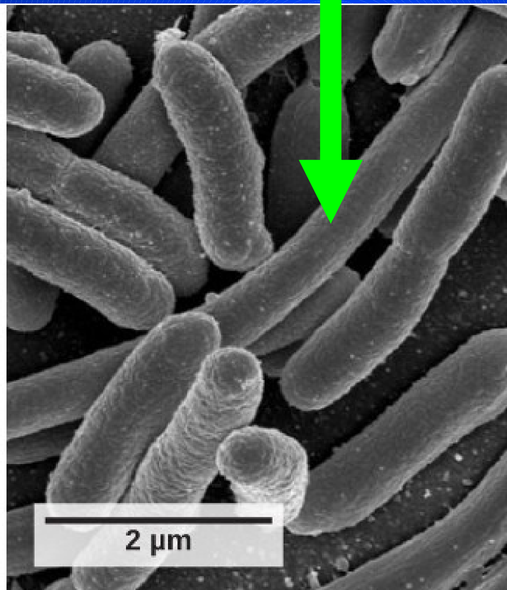
Hay 3 formas comunes:

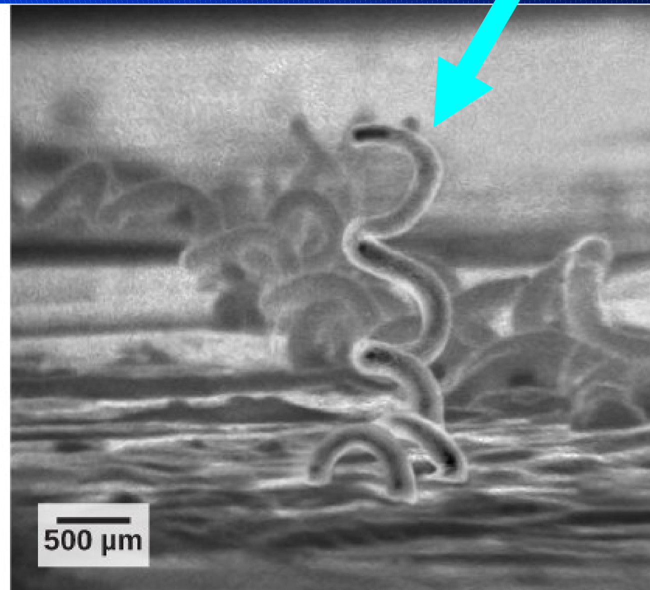
Cocos

Bacilos

Espirilos







A modo de esferas, salchichas o sacacorchos

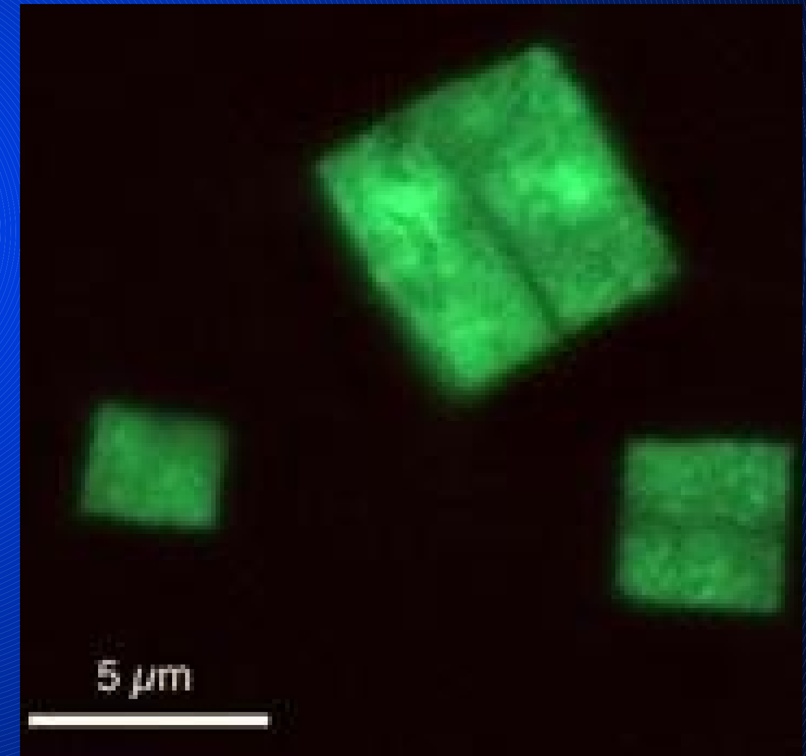
M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Hay otras formas?

Si, bastantes



Incluso



Haloquadratun walsbyi (Archaea)

M en C Rafael Govea Villaseñor

Walsby AE (1980) A square bacterium. Nature (London) 283: 69–71

¿De qué tamaño son las Células Procarióticas (CP)?

La mayoría de los Procariotes miden más de 0.2 μm y menos de 10 micrómetros

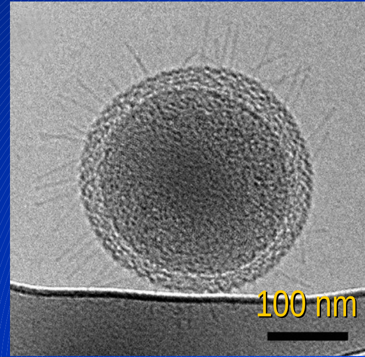


* La bacteria más grande conocida es *Epulopiscium fishelsoni*, es un simbionte del pez cirujano café. Mide 600 x 80 μm. La más pequeña son las bacteria recién caracterizadas WWE3, OP11 y OD1 de menos de 200 nm de diámetro.

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Qué volumen ocupan las Células Procarióticas?

El volumen es muy pequeño desde 4 attolitros.



≈ 4 aL (attolitros)

≈ 0.004 fL (fentolitros)

≈ 0.000 004 pL (picolitros)

≈ 0.000 000 004 nL (nanolitros)

≈ 0.000 000 000 004 μL (microlitros)

≈ 0.000 000 000 000 004 mL (mililitros)

≈ 0.000 000 000 000 000 004 L (litros)

Hasta unos 100 fentolitros para un coco de 10 μm de ⌀

≈ 100 fL (fentolitros)

≈ 0.1 pL (picolitros)

≈ 0.000 1 nL (nanolitros)

≈ 0.000 0001 μL (microlitros)

≈ 0.000 000 000 1 mL (mililitros)

≈ 0.000 000 000 000 1 Litros

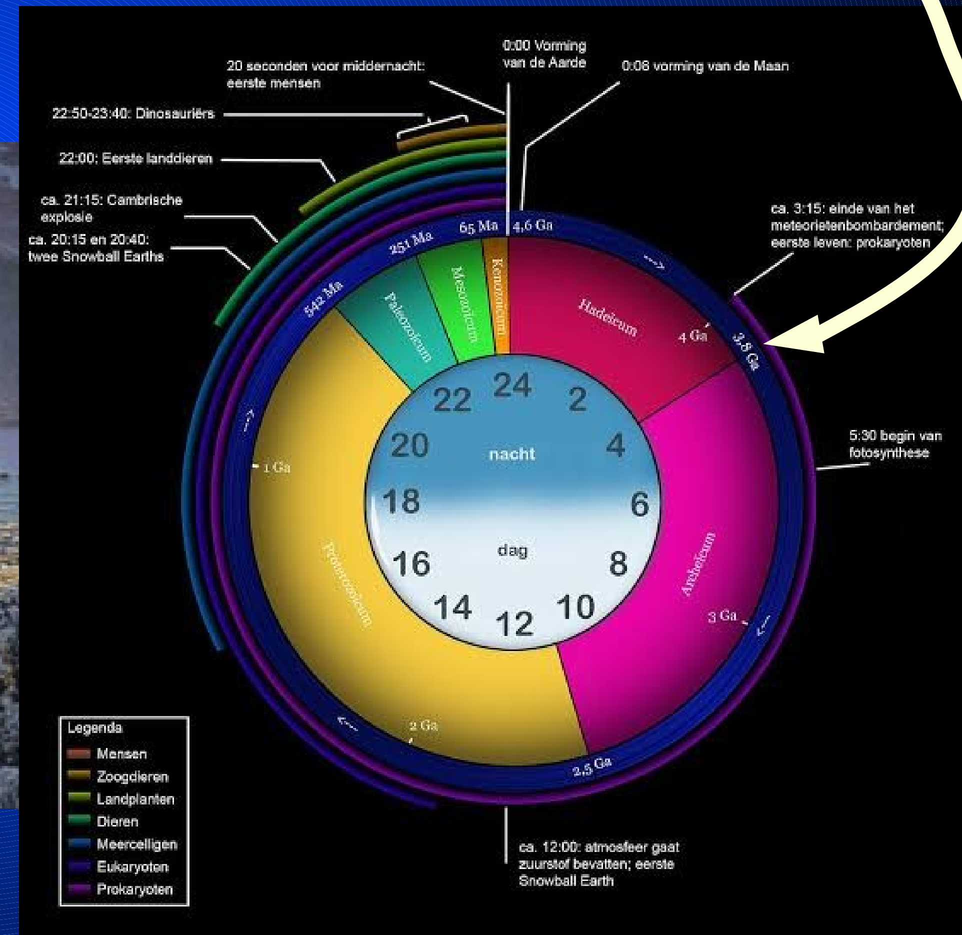
M en C Rafael Govea Villaseñor

http://www.kurzweilai.net/irst-detailed-microscopy-evidence-of-nanobacteria-at-the-lower-size-limit-of-life#!prettyPhoto

¿Desde cuando existen las CP?

Desde el mismo origen de la Vida hace unos 3 mil ochocientos millones de años (3.8 Ga)



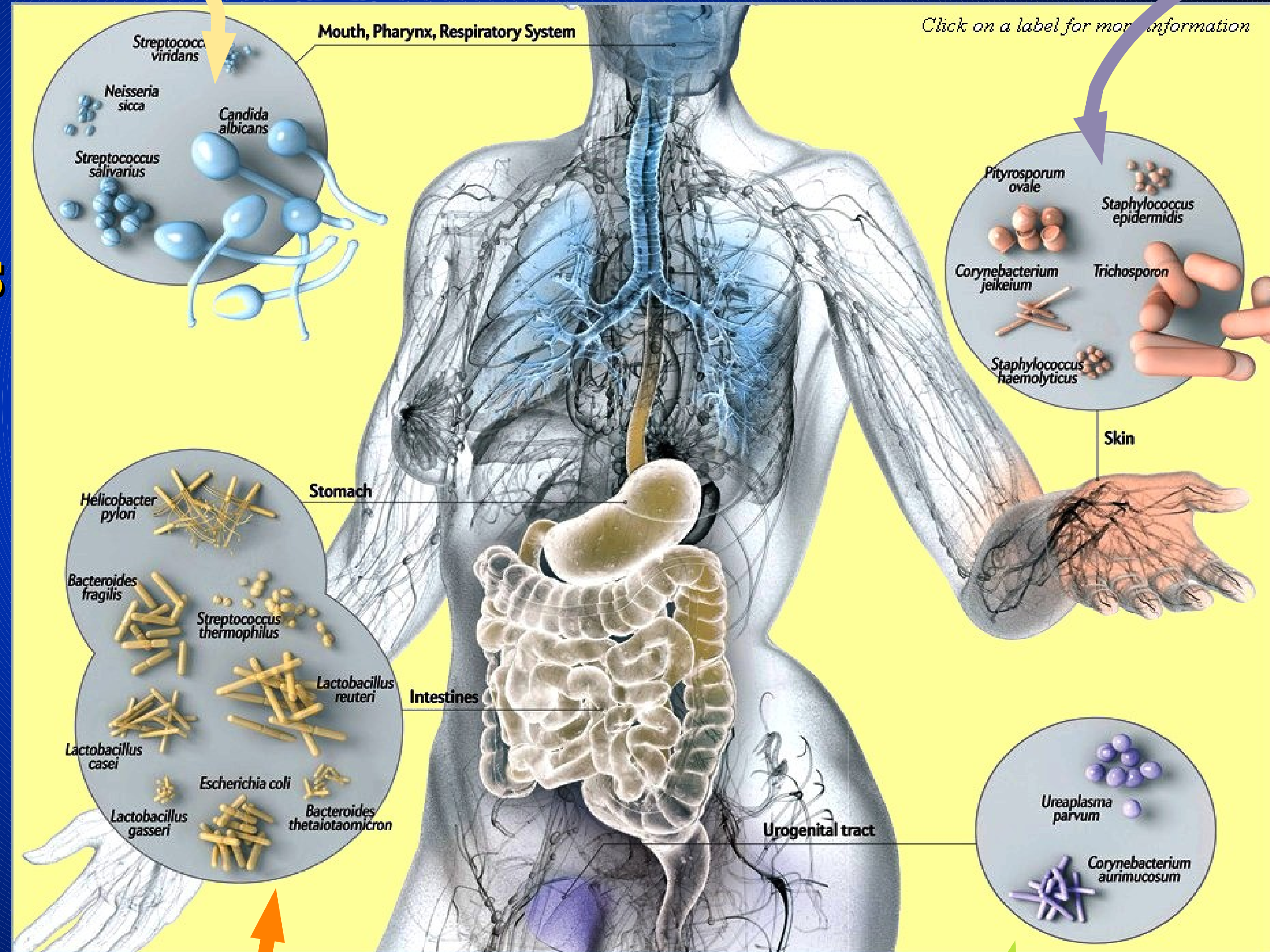


M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Son importantes las células procarióticas?

Muchísimo, los procariotes participan en todos los procesos relevantes de la Biósfera, desde siempre hemos vivido en la era de las Bacterias.

Somos afortunados ganadores de múltiples servicios ambientales de ellas. Hay más células bacterianas en nuestro cuerpo que células humanas.



M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cuáles son las principales estructuras de la Célula Procariótica?

Estas estructuras están siempre presentes en todas las células

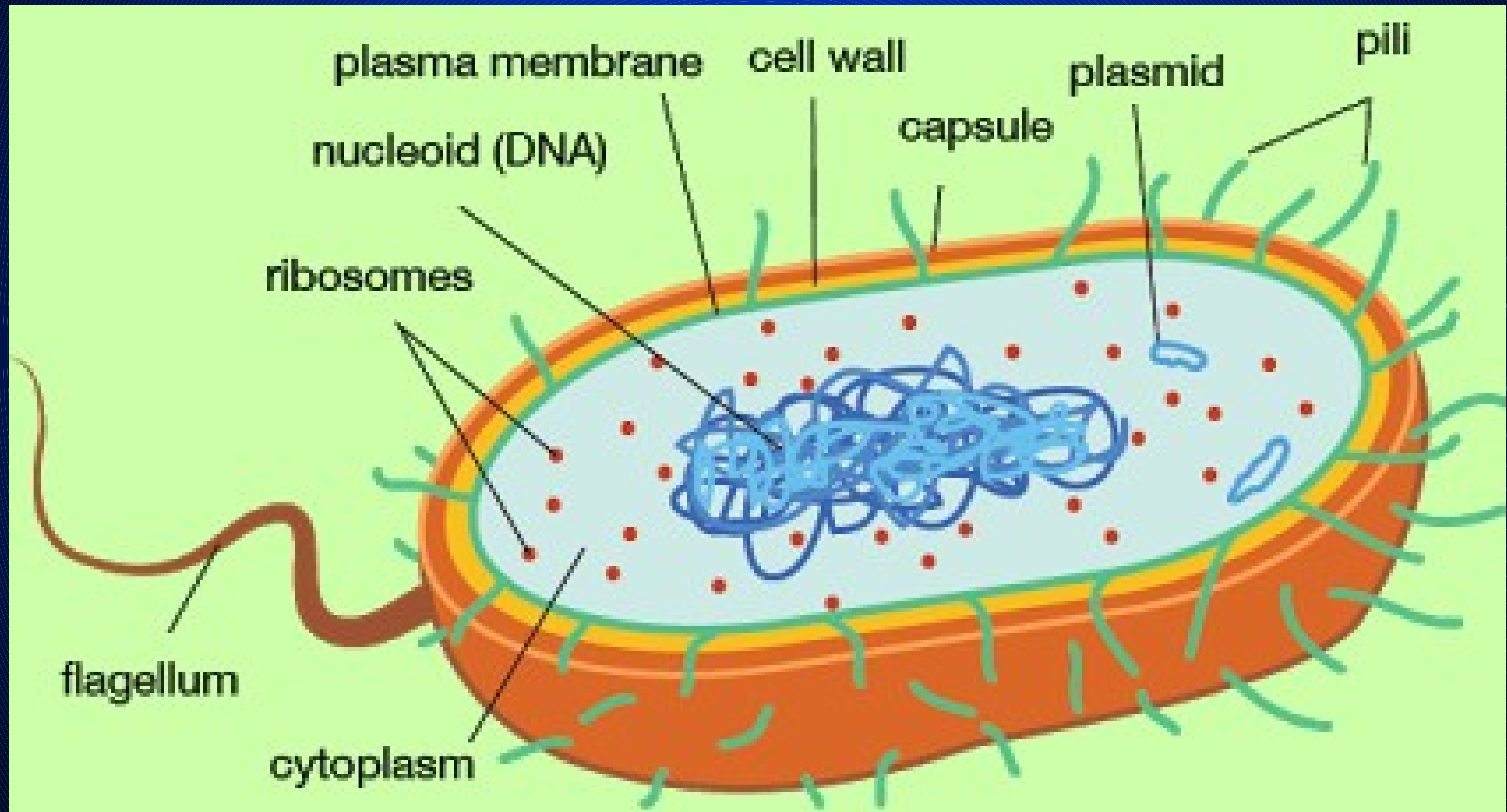
- *Membrana Plasmática o celular*
- *Citosol o citoplasma*
- *Nuceloide (ADN$_{circular}$)*
- *Ribosomas 70S*

Estas otras estructuras eventualmente están ausentes

- *Pared Celular*
- *Flagelo*
- *Pilli*
- *Cápsula*
- *Tilacoides (membranas fotosintéticas)*

M en C Rafael Govea Villaseñor

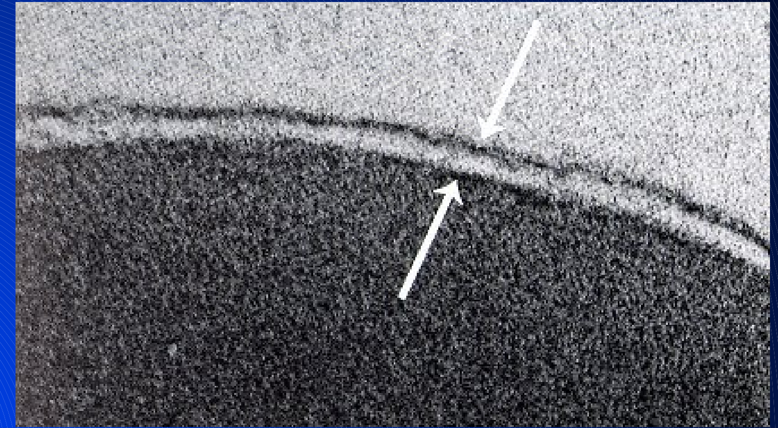
¿Cuáles son las principales estructuras de la CP?



M en C Rafael Govea
Villaseñor

¿Qué es la Membrana Plasmática?

La membrana plasmática (*plasm-* = fluido) es una cubierta muy delgada que rodea completamente a la célula (la delimita). Es responsable, por tanto, de contener al citoplasma (*cito-* = célula), controlar el intercambio de sustancias con el medio y de percibir su entorno.



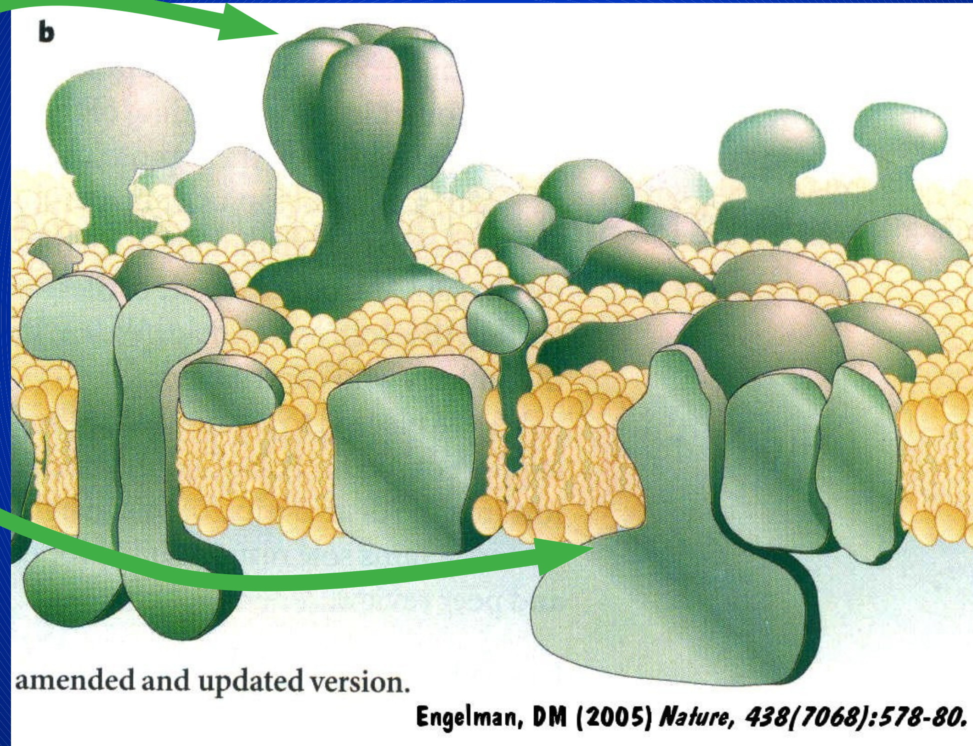
Rebanada delgada de una membrana vista al microscopio electrónico. La membrana tiene una apariencia de emparedado de unos 70 nm de grosor debido al carácter hidrofóbico (*hidr-* = agua y *fobi-* = miedo) de la porción media e hidrofílico (*fili-* = afinidad) de las caras internas y externa.

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿De qué esta hecha la MP y cuál es su estructura?

La membrana plasmática está hecha de lípidos y proteínas.

Miles de macromoléculas de Proteínas insertadas



Bicapa 10^6 de PMO lípidicas

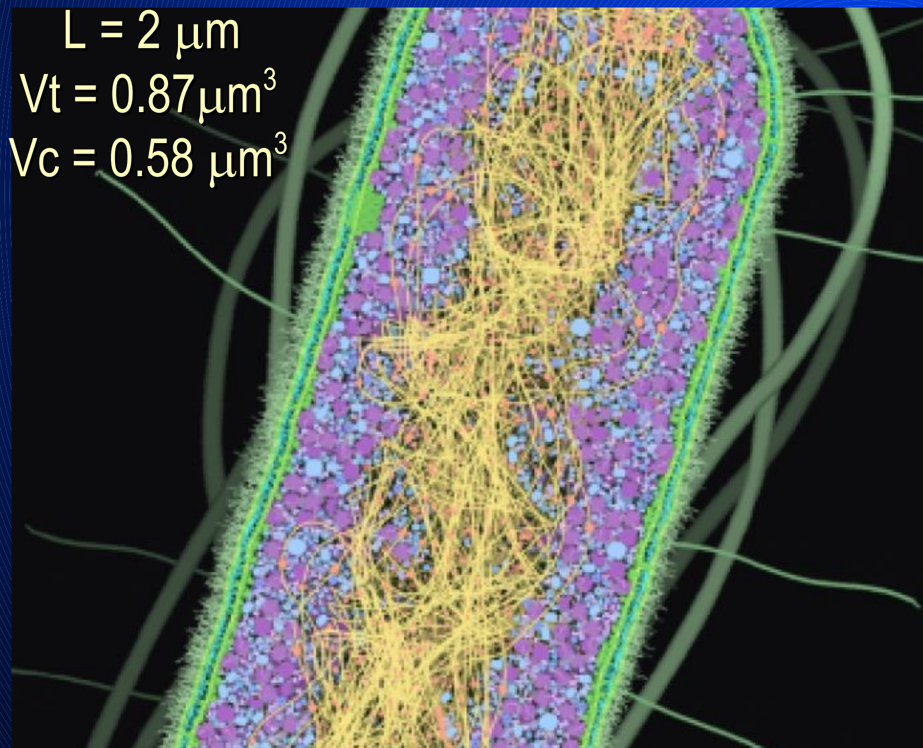
Las macromoléculas de proteínas se insertan en la doble capa o se adosan a sus caras hidrofílicas.

Las pequeñas moléculas lipídicas se acomodan en una doble capa orientando sus regiones hidrofílicas hacia el agua del citosol y del exterior celular.

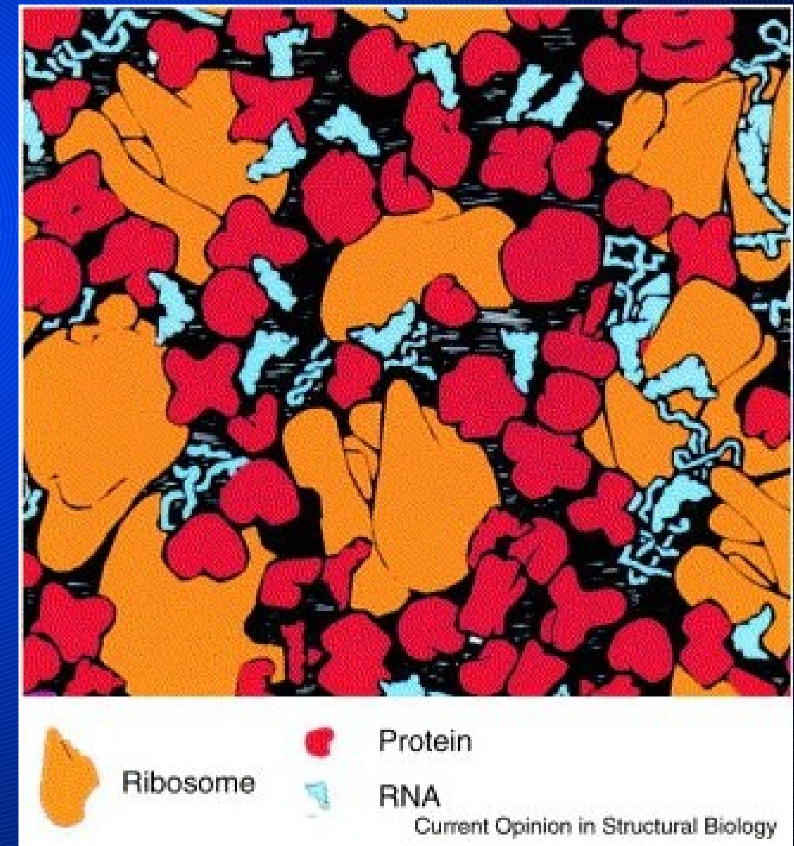
M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Qué es el Citoplasma o Citosol?

El citosol o citoplasma (*cito*- = célula, -plasm = fluido y -*sol* = solución) es una solución coloidal de PMI, PMO y biopolímeros. Allí ocurren las reacciones químicas del metabolismo.



Vendeville, A *et al* 2010



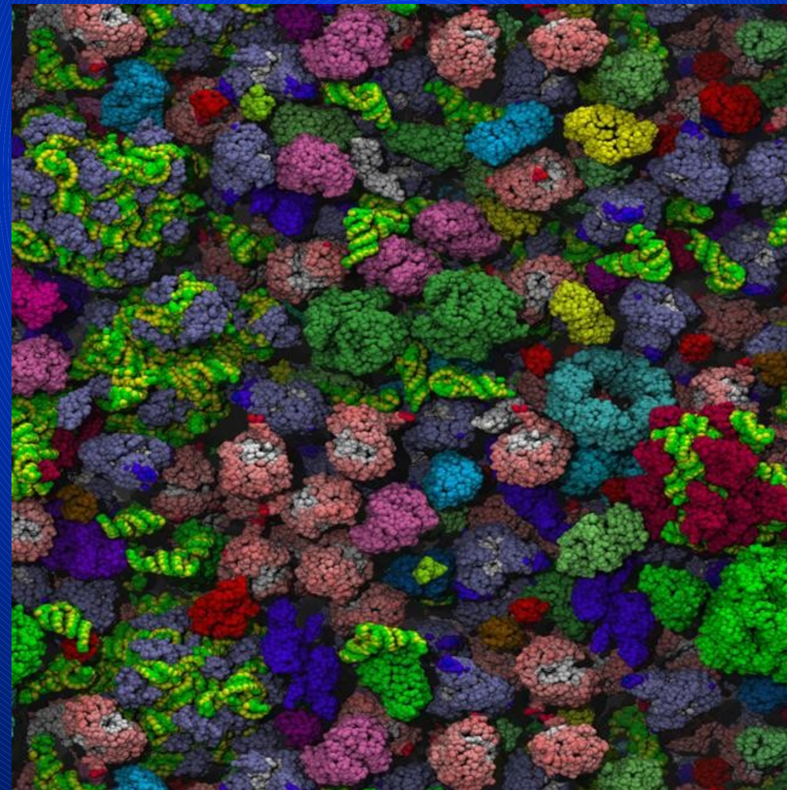
Ellis, RJ (2001)

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Qué significa que haya amontonamiento molecular en el Citoplasma?

La imagen muestra la simulación del citosol a una concentración total de 275 g/L. Se muestran las moléculas a escala y con su forma real conocida.

En *E. Coli* la concentración macromolecular puede ser muy alta con 75g/L de RNA, 200 de proteína y de 10 g a 20 g/L de ADN.



El amontonamiento macromolecular reduce la difusión e incrementa la asociaciones específicas entre moléculas

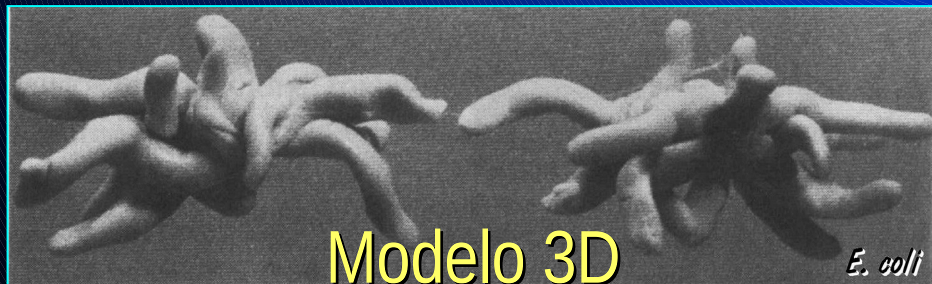
M en C Rafael Govea Villaseñor

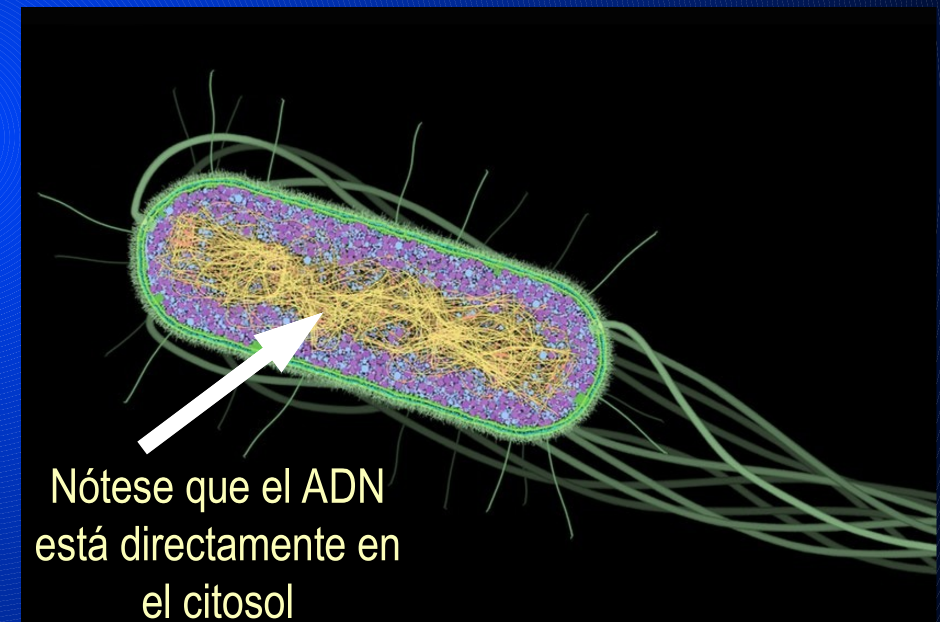
Mika, JT & B Poolman 2011 **Macromolecule diffusion and confinement in prokaryotic cells** *CurrOpinBiotechnol* 22,117-126

¿Qué es y qué hace el Nucleoide?

El nucleoide (*nucl*- = núcleo y -oide = parecido a) es una molécula circular de ADN de 0.5 a 10 Mpb que contiene la información necesaria para fabricar los ARNs y Proteínas involucradas en todos los procesos celulares. De allí que se puede decir que el núcleo dirige el funcionamiento de la célula.





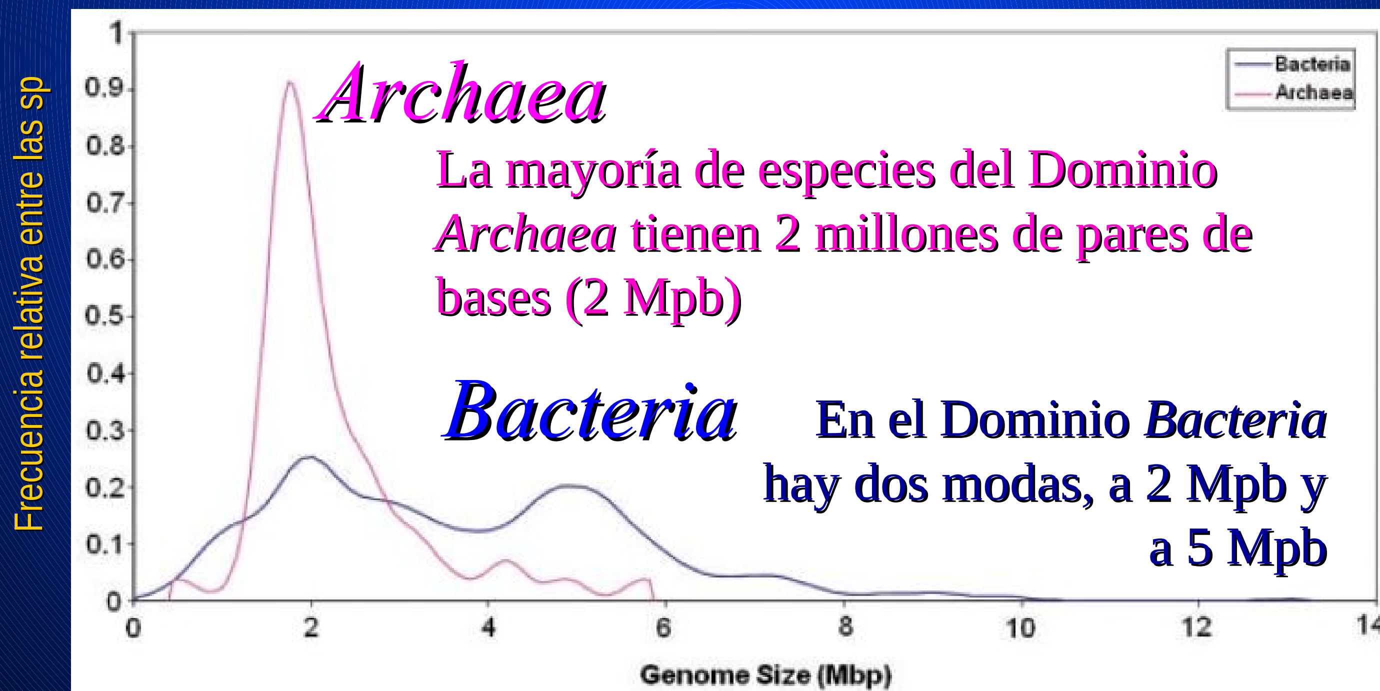


Pintura digital de David Goodsell a escala molecular rigurosa
https://cosmosmagazine.com/biology/**microbe-masterpieces-painter-goes-where-microscope-cannot**

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo es el tamaño del Genoma en *Bacteria* y *Archaea*

El genoma (*gen-* = gen y *-oma* = cuerpo) es toda la información genética de un organismo. El genoma se mide en pares de bases de ADN que hay en cada célula o contando el # de genes.



M en C Rafael Govea Villaseñor

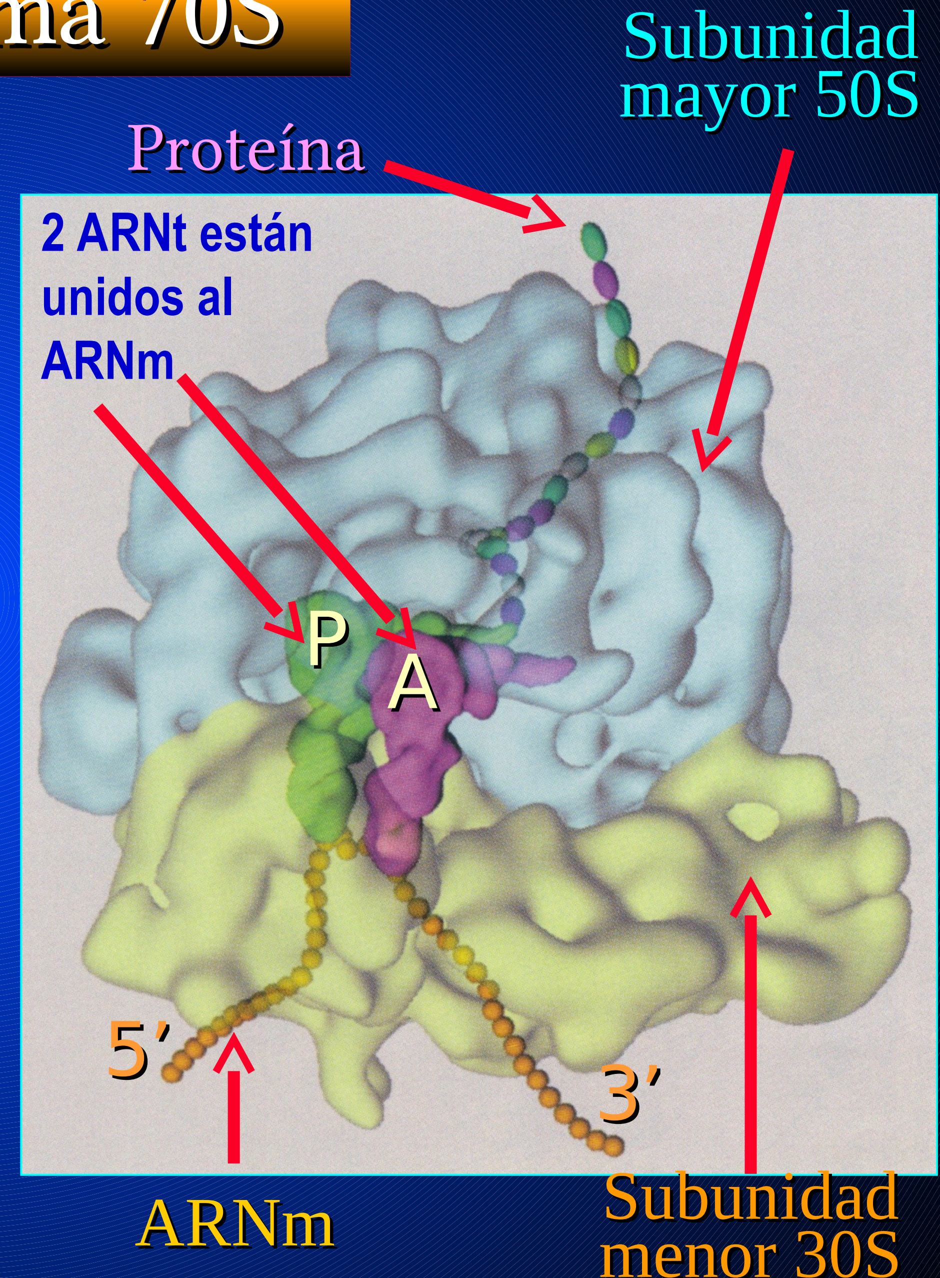
Koonin, EV & YI Wolf (2008) **Genomics of Bacteria y Archaea, the emerging dynamic view of the prokariotic world** *Nucl Ac Res 36(21)6688-719*

El Ribosoma 70S

El ribosoma 70S o bacteriano es un complejo nanométrico de ribonucleoproteína (3 ó 4 ARN ribosomales + decenas de proteínas distintas en copias únicas) ensamblados en 2 subunidades.

El ribosoma fabrica proteínas uniendo aminoácidos transferidos por 21ARN de transporte, mismos que leen las los nombres de aa (codones) en el ARN mensajero.

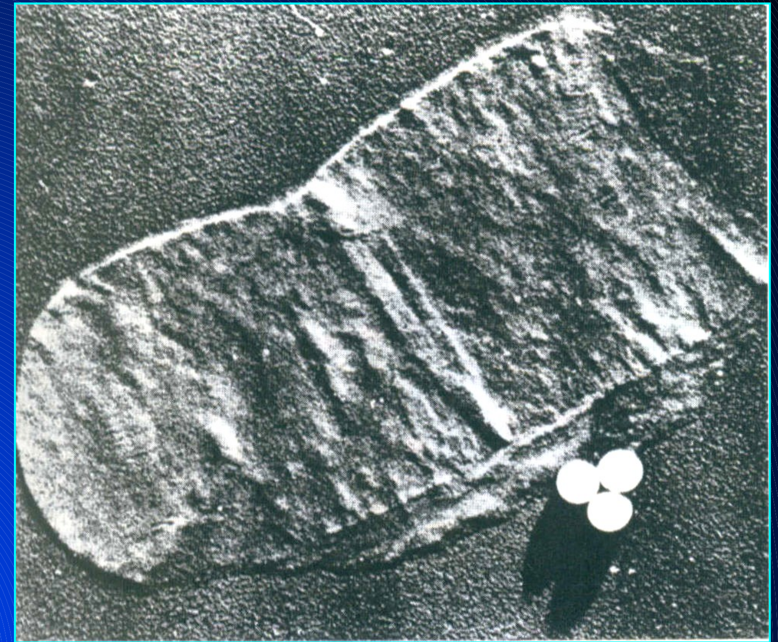
La Ribozima de la subunidad mayor une la cadena de aa-RNAt (P) al siguiente aa-ARNt (A) con un enlace peptídico.



M en C Rafael Govea Villaseñor

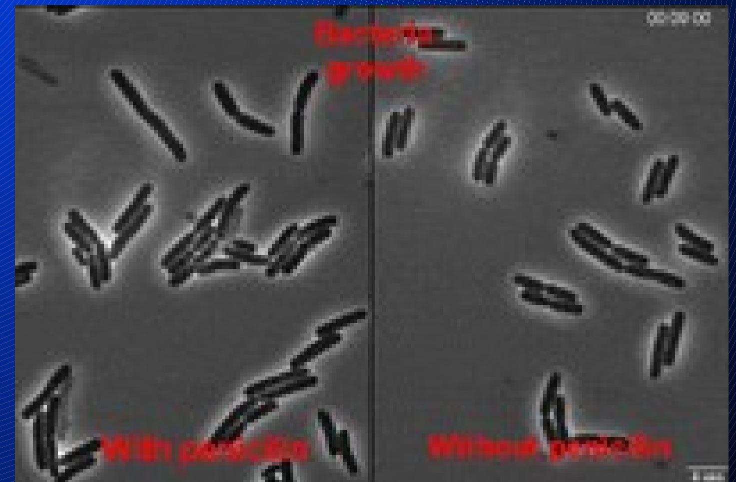
Pared Celular de Péptido-glucano

La pared celular es una cubierta que rodea a la célula sobre la membrana celular a modo de cota de malla. Está hecha de una trama de péptido-glucano



Pared celular vacía vista al microscopio electrónico.

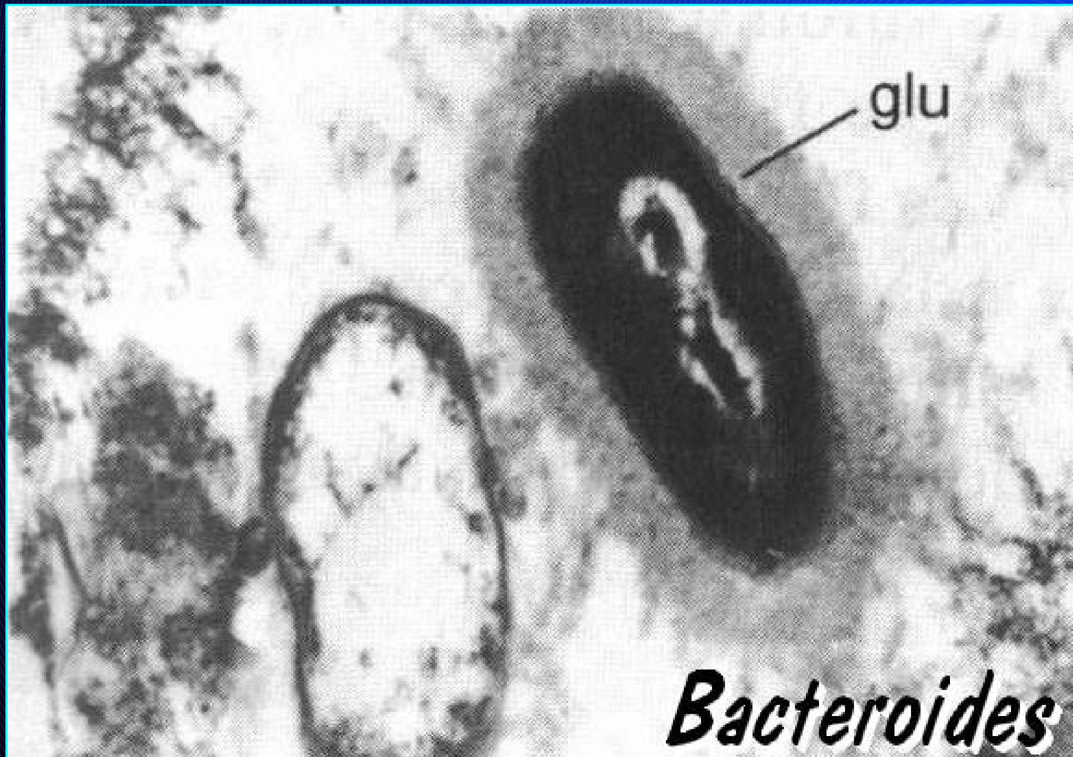
La pared celular protege a la célula de daños mecánicos y evita que cambios de presión osmótica hagan estallar a la misma.

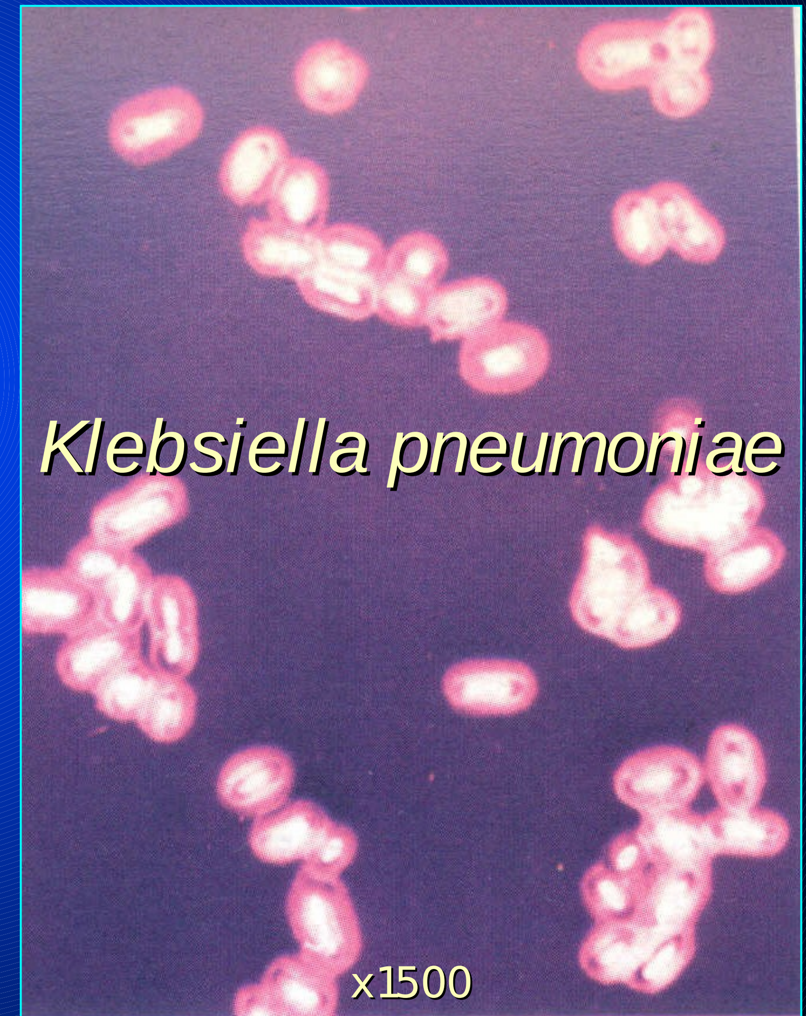


M en C Rafael Govea Villaseñor

Cápsula

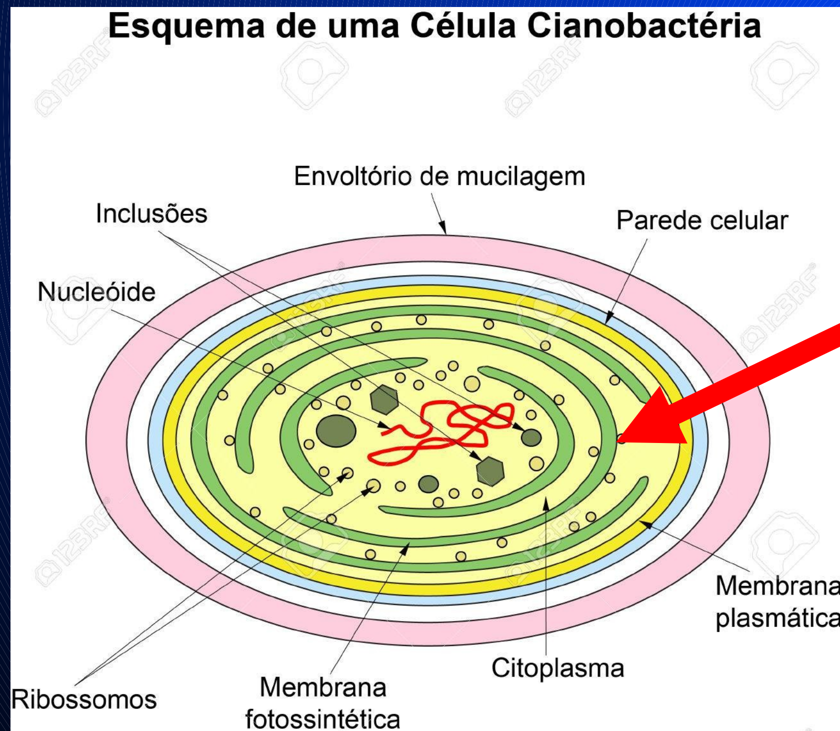
Es una cubierta externa hecha de mucopolisacárido de algunas bacterias, permite cambiar las adhesión celular y escapar de la fagocitosis.



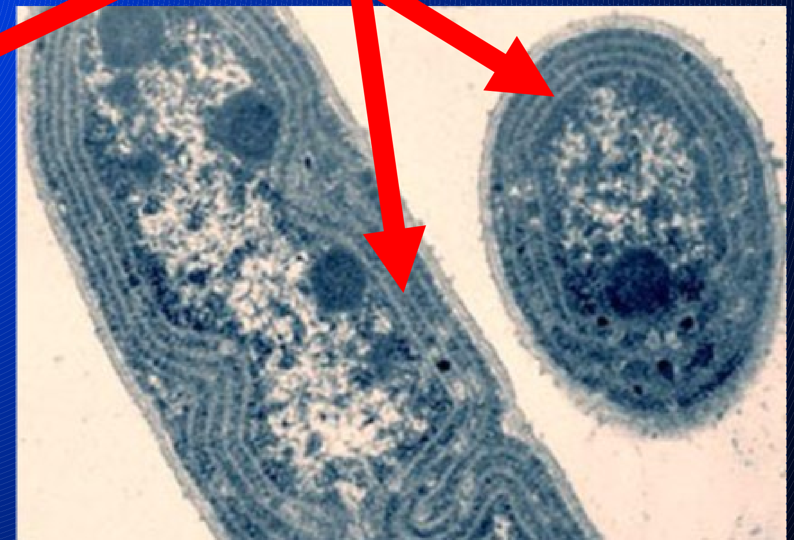


Membranas Fotosintéticas

Las membranas fotosintéticas o tilacoides (-*tila* = saco), al igual que otras membranas internas permiten realizar procesos bioquímicos relevantes como la fotosíntesis, en este caso.



tilacoides



Rebanada delgada al MET

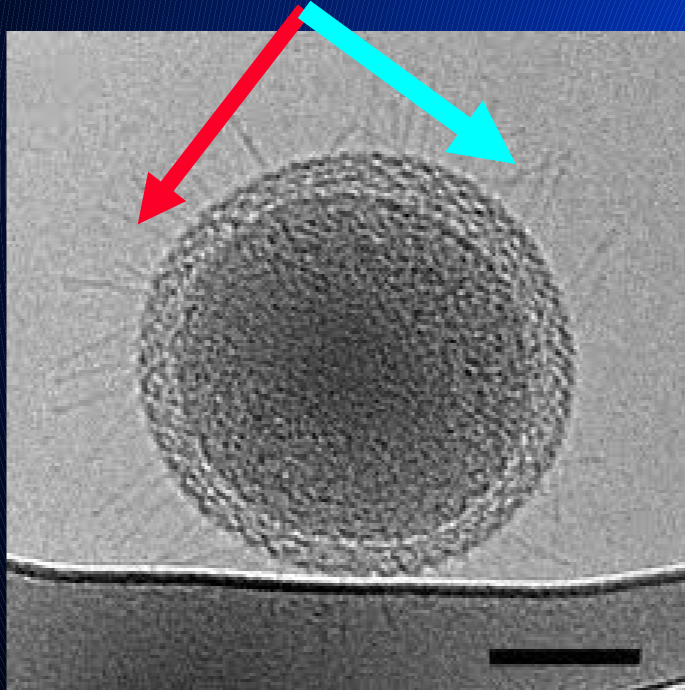
M en C Rafael Govea Villaseñor

Pili

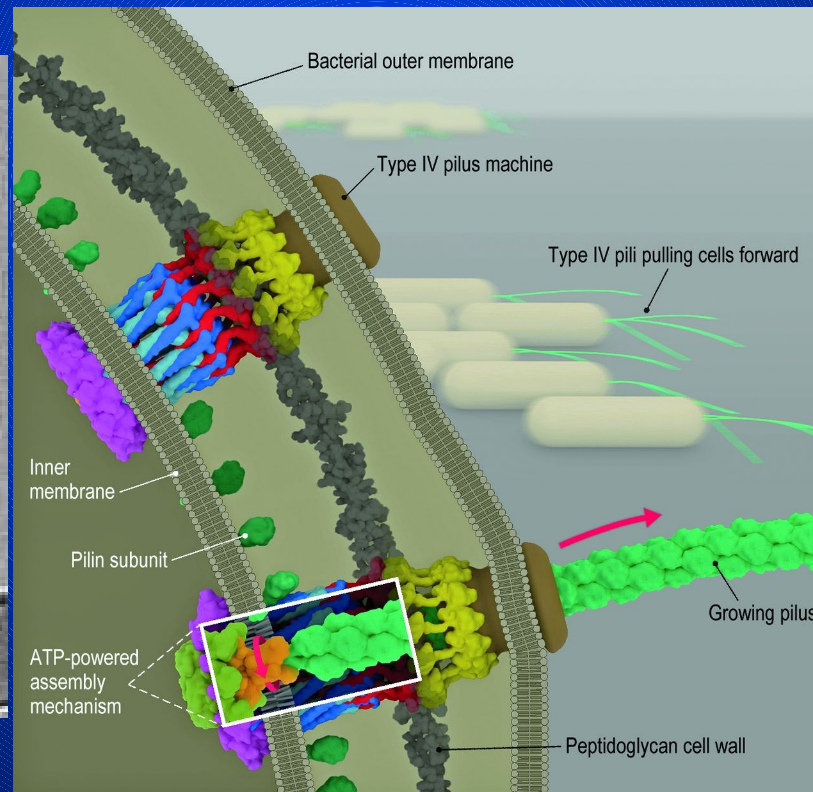
Los pilus (plural Pilli, *pil-* = pelo) son apéndices proteicos que sobresalen de las cubiertas celulares.

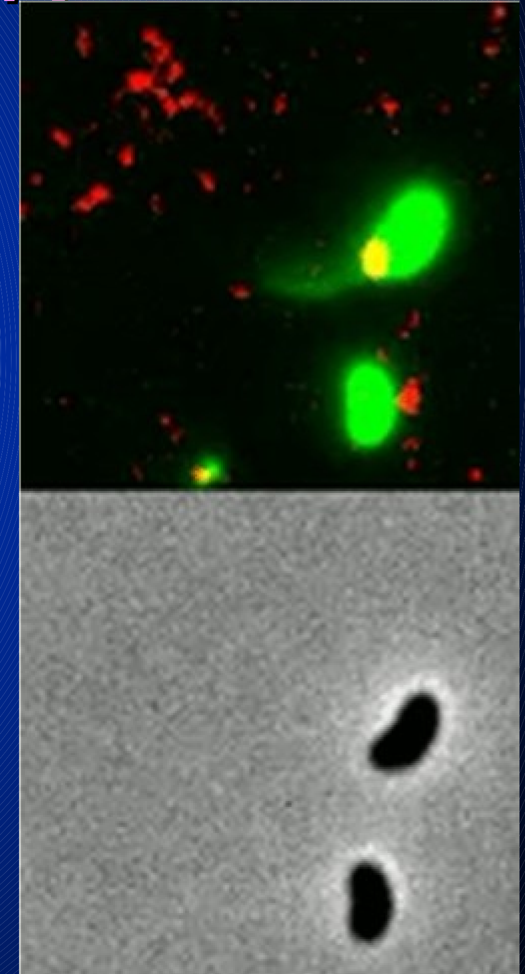
Sirven como elementos de adhesión, motilidad, formación de biopelículas y penetración de virus.

Pili



Luef B *et al* 2015 **Diverse uncultivated ultra-small bacterial cells in groundwater** *Nat Comms* art. 7372



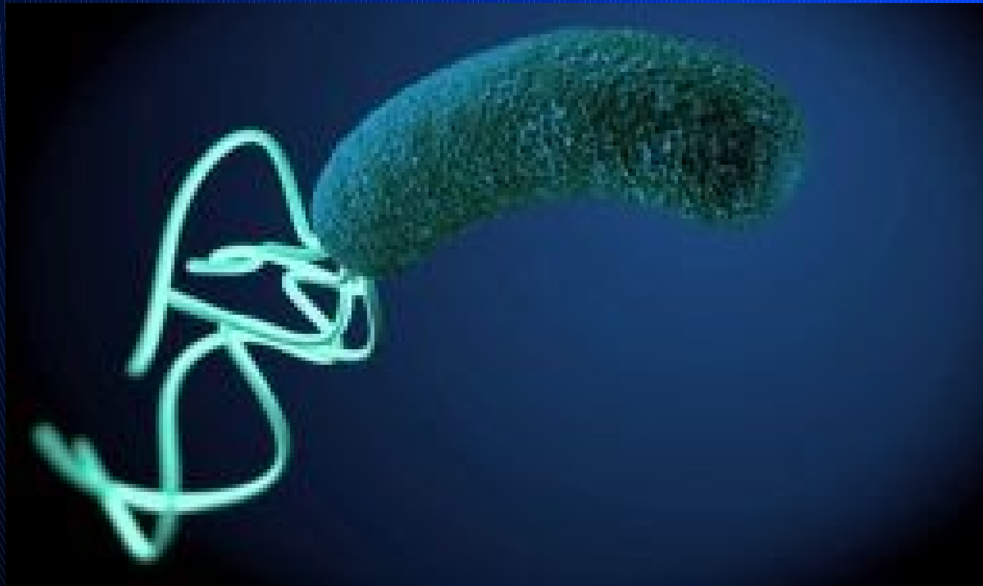


M en C Rafael Govea Villaseñor

Yi-Wei Ch et al 2016 Architecture of the type IV pilus machine Science 351(6278):1162-70

Flagelo procariótico, rotatorio

Los flagelos procarióticos son apéndices proteicos que mueven a las células en su medio viscoso. Suelen gastar energía protón-motriz en eubacterias o ATP en arqueobacterias.

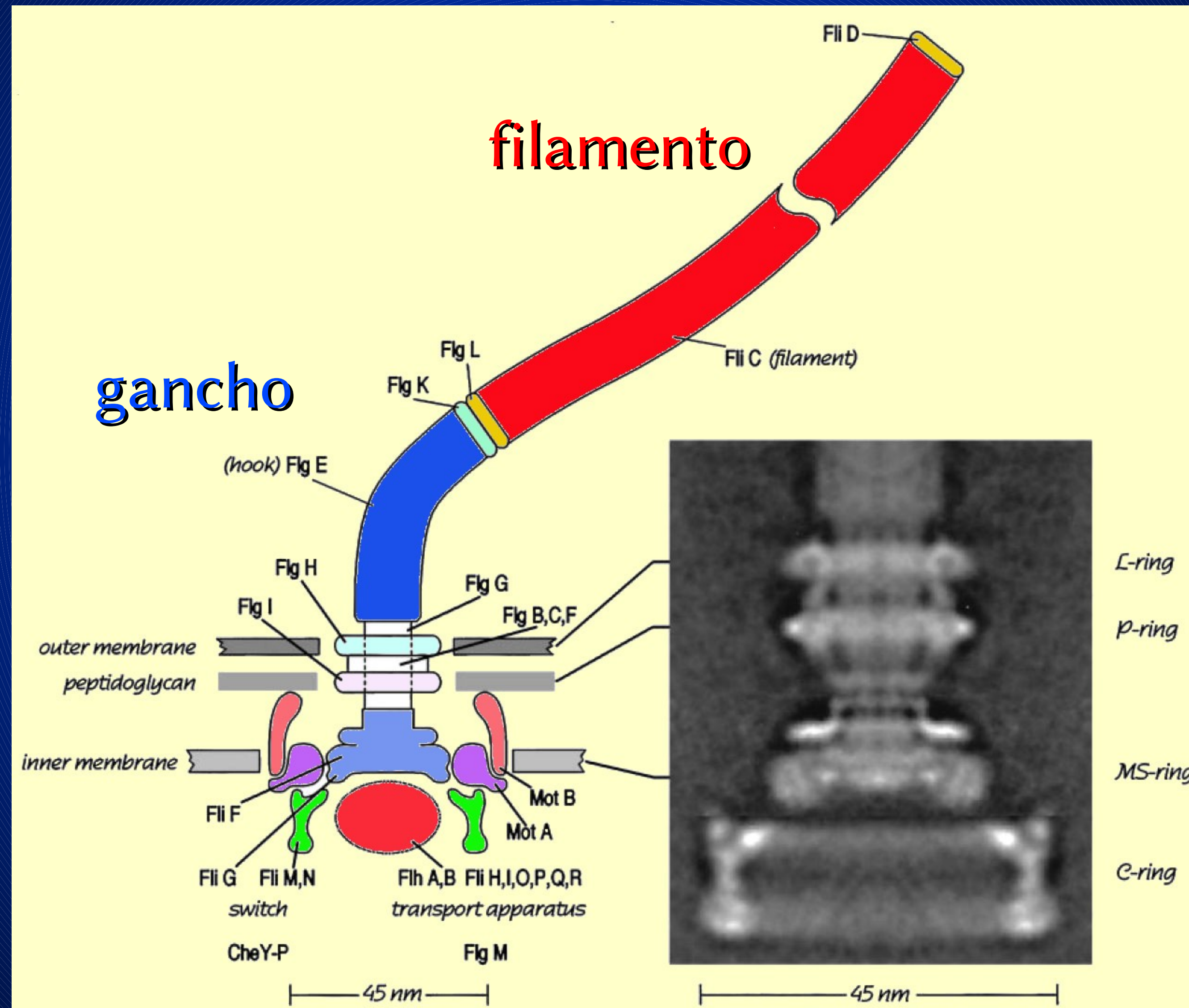




Note que el cuerpo basal (el motor) está insertado en la doble membrana.

M en C Rafael Govea Villaseñor

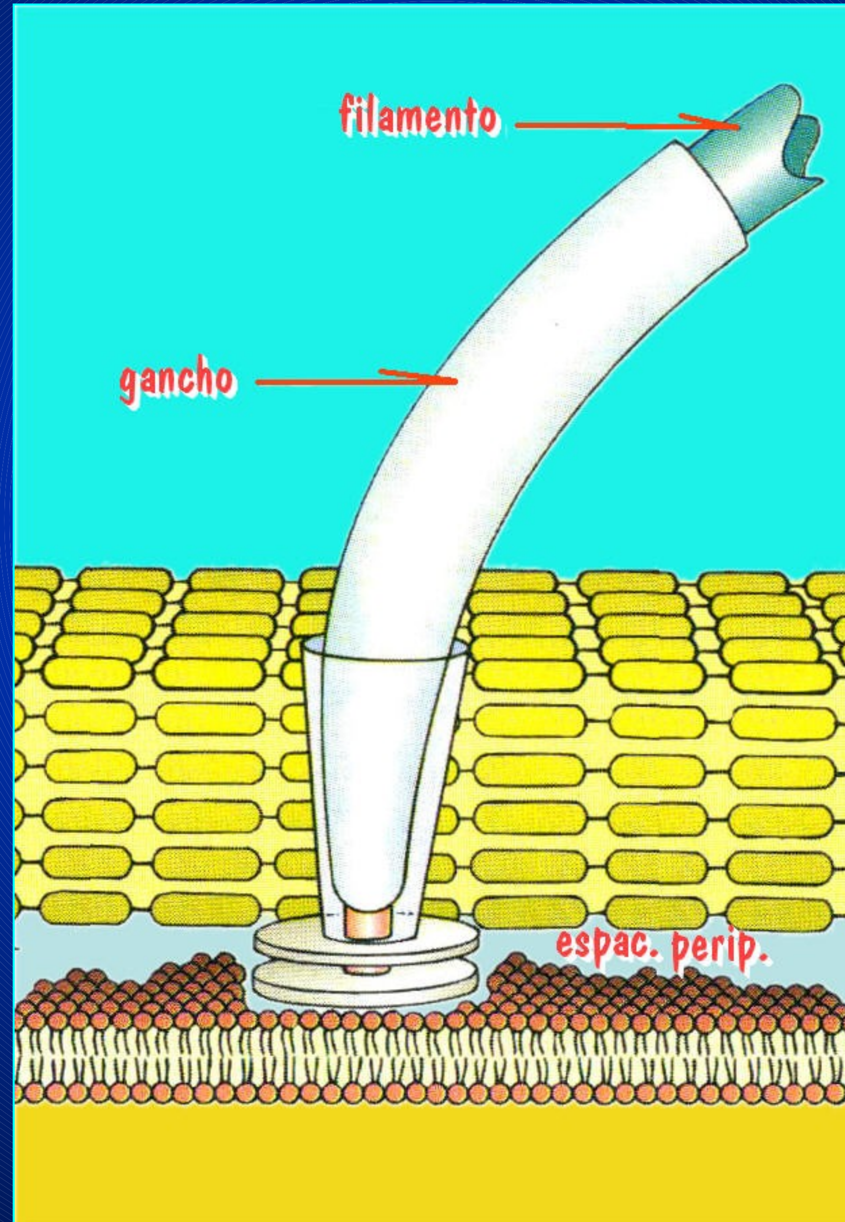
Flagelo de Bacterias Gram negativas



M en C Rafael Govea Villaseñor

Berg, HC 2003 **The rotary motor of bacterial flagella** *AnnuRevBiochem* 72,19-54

Flagelo de Bacterias Gram positivas

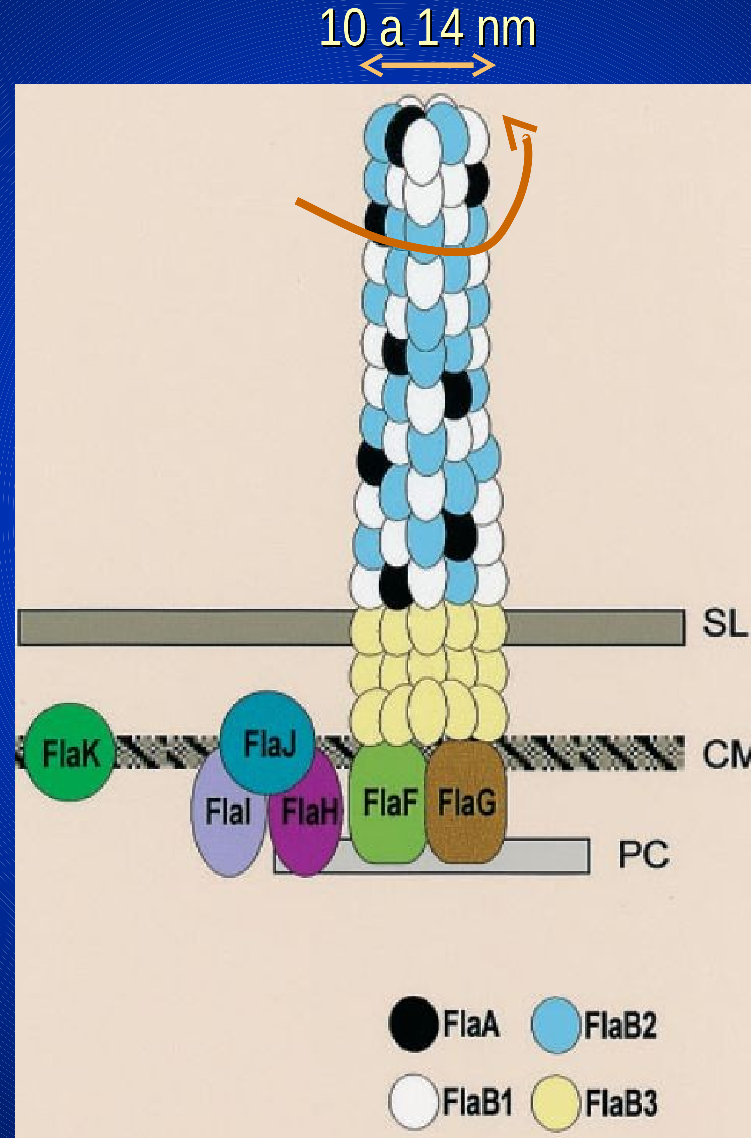


M en C Rafael Govea Villaseñor

Flagelo de Arqueobacterias

Nótese que este flagelo (archaellum)es diferente al flagelo eubacterial, de hecho deriva de pili tipo IV

10 a 14 nm



Presente en: Metanógenos, halófilos, termoacidófilos e hipertermófilos

¿Que aspecto de lo biológico se percibe en esta diapositiva y las 2 anteriores?

M en C Rafael Govea Villaseñor

Bardy, SL et al (2003) **Prokaryotic motility structures** *Microbiol* 149_295-304

Pasando a otro tema importante

Recuerda: ¡Planchar Contamina!





Usemos ropa arrugada o con planchado permanente

M en C Rafael Govea Villaseñor

Referencias

Walsby AE 1980 **A square bacterium**. *Nature* (London) 283: 69–71

Luef B *et al* 2015 **Diverse uncultivated ultra-small bacterial cells in groundwater** *Nat Comms* art. 7372

Angert ER *et al* 1993 **The largest Bacterium** *Nature* 262:239-41

Engelman DM 2005 **Membranes are more Mosaic than fluid** *Nature* 438(7068):578-80

Vendeville, A *et al* 2010 **An inventory of the bacterial macromolecular components and their spatial organization** *FEMS Microbiol Rev35,395–414*

Ellis, RJ 2001 ***Macromolecular crowding: An important but neglected aspect of the intracellular environment*** *Current Op in Strutural Biol 11(1)114-9*

Mika, JT & B Poolman 2011 **Macromolecule diffusion and confinement in prokaryotic cells** *Curr Opin Biotechnol 22,117-126*

Koonin, EV & YI Wolf 2008 **Genomics of Bacteria y Archaea, the emerging dynamic view of the prokariotic world** *Nucl Ac Res 36(21):6688-719*

Yi-Wei Ch et al 2016 **Architecture of the type IV pilus machine** ***Science*** 351(6278):1162-70

Berg, HC 2003 **The rotary motor of bacterial flagella** *AnnuRevBiochem* 72,19-54

Bardy, SL et al 2003 **Prokaryotic motility structures** *Microbiol* 149:295-304

M en C Rafael Govea Villaseñor